

disciplines in the highest and average educational institutions: collection of articles. – Yoshkar-Ola : Mariyskiy gos. tehn. un-t, 2008. – P. 93–100.

9. Cherny M., Buksha I. F., Buksha M. I. Advanced technologies for field data collection in forestry // Equipment and tools for professionals, 2009. – No. 2. – P. 62–65.

10. Vishnevskij V. S. Field tests of GIS Field-Map // Equipment and tools for professionals. – 2009. – No. 5–6. – P. 74–75.

11. Gorskiy P. V. Guide for compilation of tables. – Moscow : Goslesbumizdat, 1962. – 93 p.

12. Estimation of using Field-Map technology in development of the stem volume tables in urban environment / I. V. Shevelina, A. V. Suslov, D. N. Nuriev, Z. Ya. Nagimov, A. N. Markovtseva, I. S. Dunaev // Advances in current natural sciences. – 2018. – Vol. 1. – P. 62–67.

13. Shevelina I. V., Nagimov Z. Ya., Metelev D. V. Characteristic of the forest fund of the urban forest zone of municipal unit «city of Yekaterinburg» // Modern problems of science and education, 2015. – No. 1–1. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18547> (accessed date: 22 December 2019).

14. Shevelina I. V., Metelev D. V., Nagimov Z. Ya. Dynamics of silvicultural and taxation parameters of the stands in woodland parks in the city of Yekaterinburg // Advances in current natural sciences. – 2016. – No. 6. – P. 125–131. – URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35979> (accessed date: 22 December 2019).

15. Nuriev D. N., Shevelina I. V., Nagimov Z. Ya. Development of the stem volume tables of birch based on data received by using Field-Map technology for urban plantings in Yekaterinburg // Advances in current natural sciences. – 2018. – Vol. 11. – P. 54–60.

---

УДК 574.3

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ В ГОРОДСКОМ ЛЕСОПАРКЕ МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ (*Betula pendula* Roth.)

Н. П. БУНЬКОВА – кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры лесоводства\*  
e-mail: [bunkovanp@m.usfeu.ru](mailto:bunkovanp@m.usfeu.ru)  
ORCID ID: 0000-0002-7228-4693

В. В. АБРАМЕНКО – магистрант кафедры лесоводства\*,  
e-mail: [nika\\_abramenko@mail.ru](mailto:nika_abramenko@mail.ru)

\* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

**Ключевые слова:** берёза повислая (*Betula pendula* Roth.), флуктуирующая асимметрия листьев, фито-мониторинг, оценка качества среды, антропогенное воздействие, биоиндикация, состояние насаждений.

С каждым годом возрастает воздействие на окружающую природную среду лесопарка, ухудшая его санитарное состояние. Это указывает на то, что появляется острая необходимость контролировать его состояние.

Лесопарк им. Лесоводов России, расположенный в городе Екатеринбурге, можно отнести к природному объекту, отмеченному как нечто среднее между парком и лесом. В нём запрещается любая хозяйственная деятельность, которая может принести непоправимый ущерб данной местности. При этом вся эта природная территория открыта для посетителей.

---

Объектом исследований служили пробные площади (ПП), заложенные в лесопарке им. Лесоводов России г. Екатеринбурга, расположенные на различном удалении от автомобильной дороги и асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“», выбрасывающих промышленные поллютанты и выхлопные газы. Другими словами, ПП заложены в местах с различной антропогенной нагрузкой. В ходе выполнения работ изучалось влияние промышленных поллютантов и рекреации на древостой методом флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.). Установлена тенденция ухудшения состояния древостоев с увеличением рекреационной нагрузки на лесопарковую зону. Выявлена общая картина критического состояния среды в условиях лесопарка, при которой деревья березы повислой испытывают угнетенное состояние. Предложена система лесохозяйственных мероприятий, направленных на обеспечение сохранения и повышение долговечности рекреационных насаждений в условиях высокой антропогенной нагрузки и интенсивных выбросов промышленных поллютантов.

Устойчивость насаждений лесорастительной зоны в черте города можно определить по состоянию видов, произрастающих на территории. В качестве эдификаторов природного сообщества выбирают древесные растения, которые наиболее чувствительны к изменениям в условиях произрастания. Состояние биоиндикаторов определяет дальнейшее существование как отдельных видов, так и всего насаждения в целом.

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT IN AN URBAN FOREST PARK USING THE FLUCTUATING ASYMMETRY OF BIRCH LEAVES (*Betula pendula* Roth.)

N. P. BUNKOVA – candidate of agricultural sciences,  
assistant professor forestry department\*

ORCID ID: 0000-0002-7228-4693

e-mail: bunkovanp@m.usfeu.ru

V. V. ABRAMENKO – master's student of the department of forestry\*,  
e-mail: nika\_abramenko@mail.ru

\* FSBE HE «Ural state forest engineering university»  
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

**Keywords:** hanging birch (*Betula pendula* Roth.), fluctuating leaf asymmetry, phytomonitoring, environmental quality assessment, anthropogenic impact, bioindication, state of plantings.

Every year, the impact on the natural environment of the forest Park increases, worsening its sanitary condition. This indicates that there is an urgent need to monitor her condition.

Forest Park named after him. Lesovodov Russia, located in the city of Yekaterinburg, can be attributed to a natural object that can be noted as a cross between a Park and a forest. It prohibits any economic activity that may cause irreparable damage to the area. At the same time, this entire natural area is open to visitors.

The object of research was the trial areas (PP) laid in the forest Park named after him. Foresters of Russia, Yekaterinburg, are located at various distances from the highway and asphalt plant of the company «ABZ „Istok“», which emit industrial pollutants and exhaust gases. In other words, PP are laid in places with different anthropogenic loads. During the work, the influence of industrial pollutants and recreation on the stand was studied by the method of fluctuating asymmetry of the leaves of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.). There is a trend of deterioration of stands with an increase in the recreational load on the forest Park zone. The General picture of the critical state of the environment in a forest Park, in which the trees of the hanging birch experience a depressed state, is revealed. A system of forest management measures aimed at ensuring the preservation and increasing the longevity of recreational stands in conditions of high anthropogenic load and intensive emissions of industrial pollutants is proposed.

The stability of plantings in the forest zone within the city limits can be determined by the state of the species growing on the territory. Woody plants that are most sensitive to changes in growing conditions are chosen as edifiers of the natural community. The state of bioindicators determines the continued existence of both individual species and the entire plant as a whole.

### Введение

Лесам, особенно произрастающим вокруг крупных мегаполисов, принадлежит важная роль в улучшении экологической обстановки. Они вырабатывают кислород, очищают воздух от пыли и промышленных поллютантов, выделяют фитонциды, снижают уровень шума, создавая тем самым благоприятную обстановку для отдыхающего в них населения [1, 2]. В то же время, испытывая интенсивные антропогенные нагрузки, леса вокруг городов и других населенных пунктов нередко снижают устойчивость и характеризуются плохим санитарным состоянием [3–5]. Последнее свидетельствует о необходимости проведения экологического мониторинга, позволяющего на ранних стадиях зафиксировать снижение насаждениями устойчивости и ухудшение санитарного состояния древостоев. Осуществление мониторинга важно не только для поддержания стабильного устойчивого состояния рекреационных лесов лесоводственными мероприятиями, но и в связи с тем, что только насаждения, находящиеся в хорошем санитарном состоянии, способны в максимальной степени выполнять экологические функции [6, 7].

Оценка качества жизнедеятельности древесных растений как при планировании, так и при осуществлении любых меропри-

ятий по природопользованию, охране природы и обеспечению экологической безопасности является одним из удобных и актуальных методов определения интенсивности выбросов промышленных поллютантов и антропогенной нагрузки. По исследуемым биондикаторам, в частности характеристикам флуктуирующей асимметрии (ФА), можно оценить стабильность состояния живых организмов [8–11]. Под флуктуирующей асимметрией (ФА) следует понимать ненаследуемые мелкие ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии [12].

Таким образом, одной из важных частей оценки санитарного состояния среды в условиях лесопарковой зоны является организация контроля над экологическими изменениями посредством биомониторинга за санитарным состоянием насаждения как системы раннего предупреждения, выявляющей даже начальные изменения в состоянии всей среды. При биомониторинге возможно установление направления и степени отклонения санитарного состояния насаждения от условной нормы в зависимости от нарастания или снижения степени антропогенных воздействий. При этом оценка может вестись по отдельным видам [13–15].

Исследование показателей стабильности развития на листьях

берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) широко применяется для оценки качества среды. Берёза повислая имеет билатерально симметричные листья, данная древесная порода широко используется в озеленении городской среды, а также при формировании состава насаждений лесопарков.

### Цель, объекты

#### и методика исследований

Цель – оценить экологическое состояние рекреационной зоны в условиях лесопарка им. Лесоводов России г. Екатеринбурга методом флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

В настоящее время широко используется индикатор флуктуирующей асимметрии (ФА) листьев любого вида, для которого характерна билатеральная симметрия в качестве состояния окружающей среды [10]. Листья берёзы повислой являются индикатором, характеризующим устойчивость и здоровье окружающей среды, а также служат сильным воздушным насосом дерева, который обеспечивает поглощение и накопление значительного количества промышленных поллютантов и выхлопных газов. Аккумуляция промышленных поллютантов и выхлопных газов в живом организме приводит к модификации строения тканей и органов. Тем самым

диагностические признаки видов изменяются. Таким образом, лист берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) является высокопластичным органом, а характер изменчивости его морфологической структуры может служить индикатором загрязнения внешней среды [16, 17]. Колебания флуктуирующей асимметрии являются чувствительным показателем состояния природных популяций в окружающей среде.

В соответствии с методическими рекомендациями сбор материала проводился после остановки роста листьев [9, 18] на ПП, заложенных на территории лесопарка им. Лесоводов России. Методика основывается на выявлении, учете и сравнительном анализе асимметрии по определенным показателям. В соответствии с методикой с каждой точки отбора у берёзы повислой равномерно вокруг дерева со всех доступных веток собирались 120 листьев из нижней части кроны. Для исследования выбирались деревья, достигшие генеративного возрастного состояния. Размер листьев должен быть сходным, средним для данного растения [16]. По каждой листовой пластине были произведены измерения левой и правой частей листа по 5 параметрам у 960 листьев. Сбор материала проводился на 8 ПП.

При помощи штангельциркуля, линейки и транспортира у каждого листа измерялось по шесть признаков слева и справа, как показано на рис. 1.

Схема замеров листовой пластинки берёзы повислой (*Betula*

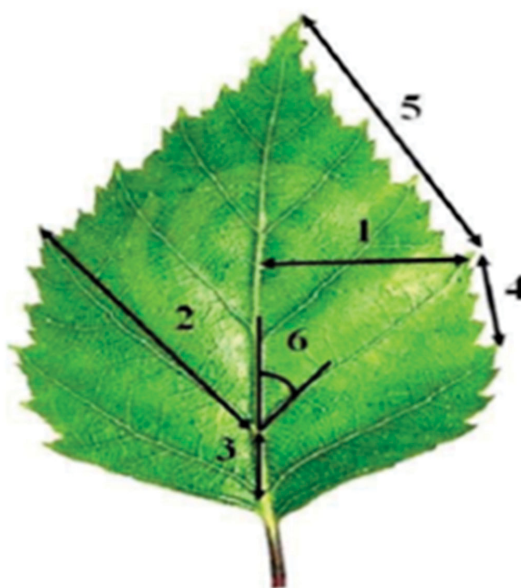


Рис. 1. Схема замеров листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) для определения показателей флуктуирующей асимметрии

Fig. 1. Diagram of measurements of the leaf blade of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) to define indicators fluctuating asymmetry

*pendula* Roth.) для определения показателя флуктуирующей асимметрии (ФА): 1 – ширина половины листа; 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка; 3 – расстояние между основанием первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка; 5 – расстояние между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка и вершиной листа; 6 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (измеряется транспортиром в градусах).

Для измерения лист берёзы нужно положить перед собой нижней стороной вверх. Для каждого обмеренного листа нужно вычислить относительные величины асимметрии каждого признака. Для этого разность

между параметрами слева  $L$  и справа  $R$  делили на сумму этих параметров.

Среднюю величину асимметрии  $A$  рассчитывают как отношение разницы в оценке слева  $L$  и справа  $R$  к сумме этих оценок:

$$A = |L - R| / |L + R|.$$

Затем вычислялась величина асимметрии каждого листа, т.е. суммировались все значения по всем признакам и делились на количество признаков. На последних этапах рассчитан интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычислено среднее арифметическое значение всех величин асимметрии для каждого листа. Указанное значение округлено до третьего знака после запятой [10, 16].

Интегральные показатели стабильности развития на ПП и среднее значение показателя ФА рассмотрены в зависимости от удаления от асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“». Для каждой из точек наблюдения определялся интегральный показатель ФА согласно шкале оценки

отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой [13]. Данные представлены в табл. 1.

Значения интегрального показателя асимметрии, соответствующие первому баллу, обычно наблюдаются в выбор-

ках растений из благоприятных условий произрастания, например в природных заповедниках. Пятый балл – критическое значение (такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растение находится в сильно угнетенном состоянии).

Таблица 1

Table 1

Шкала оценки отклонений состояния организма от условий нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.)

Scale of assessment of deviations of the state of the organism from the normal conditions by the value of the integral indicator of stability of development for the hanging birch (*Betula pendula* Roth.)

Балл Point	Величина показателя стабильности развития The value of the development stability indicator	Значение стабильности развития The importance of development stability
I	< 0,040 (условная норма) (a conditional norm)	Стабильное Stable
II	0,040–0,044	Незначительное отклонение Minor deviation
III	0,045–0,049	Средний уровень отклонения Average deviation level
IV	0,050–0,054	Значительное отклонение Significant deviation
V	> 0,054 (сильное, экстремальное) (strong, extreme)	Критическое состояние Critical condition

### Результаты исследования и их обсуждение

Для того чтобы оценить последствия антропогенного воздействия, используется сравнение данных ПП, заложенных на различном расстоянии от источника промышленных поллютантов или подверженных рекреационным нагрузкам различной интенсивности. Как показывает практика, проведение таких оценок, выполняемых неоднократно на одних и тех же ПП, позволяет

получить объективную оценку изменения состояния окружающей среды.

При однократном проведении исследований можно объективно оценить состояние условий произрастания, обусловленное антропогенными нагрузками на конкретный момент времени. Особо следует отметить, что биоиндикация позволяет установить влияние различных видов антропогенного воздействия, включая химическое и радиационное.

Заложенные в ходе исследования ПП территориально находятся в Октябрьском районе г. Екатеринбурга в северо-восточной части города в разной удалённости от асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“» и автомобильной дороги. Данные о координатах местоположения ПП представлены в табл. 2.

На рис. 2 показано удаление ПП от асфальтобетонного завода.



Таблица 2

Table 2

Местоположения исследуемых объектов и постоянных пробных площадей  
Locations of the studied objects and permanent test areas

Номер ПП Number PP	Широта Latitude	Долгота Longitude
Асфальтобетонный завод компании ООО «АБЗ „Исток“» Asphalt concrete plant of the company «АСР „Istok“»	56. 816325	60. 662645
1	56. 817641	60. 671516
2	56. 808337	60. 675108
3	56. 803619	60. 677251
4	56. 803303	60. 677206
5	56. 798773	60. 674068
6	56. 800324	60. 677776
7	56. 800362	60. 678099
8	56. 800775	60. 686458

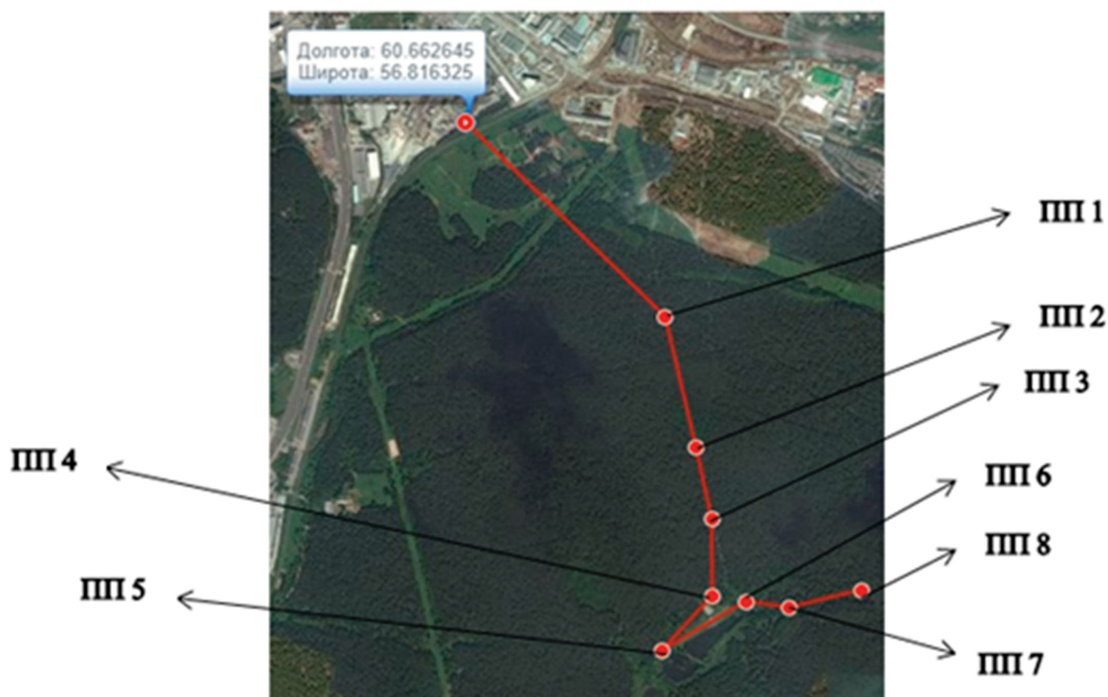


Рис. 2. Удаление ПП от асфальтобетонного завода (компания ООО «АБЗ „Исток“»)  
Fig. 2. Location of the SPP from the asphalt concrete plant (company ООО «ABS „Istok“»)  
the continued existence of both individual species and the entire plant as a whole

После математической обработки результатов по выбранной методике и шкале оценки откло-

нения состояния организмов от условий нормы получены интегральные показатели стабильно-

сти развития березы, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Table 3

Интегральные показатели стабильности развития в зависимости от расстояния  
до асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“»  
Integral indicators of development stability depending  
on the company's asphalt concrete plant company ООО «ABS „Istok“»

Номер ПП	Расстояние от асфальтобетонного завода, км Distance from the asphalt plant, km	Интегральный показатель асимметрии Integral indicator of asymmetry	Балл состояния Status score	Качество развития The quality of the development
1	1,56	0,130	5	Критическое состояние Critical condition
2	1,80	0,162	5	Критическое состояние Critical condition
3	2,17	0,022	1	Условно-нормальное Conditional normal
4	2,20	0,350	5	Критическое состояние Critical condition
5	2,21	0,261	5	Критическое состояние Critical condition
6	2,01	0,159	5	Критическое состояние Critical condition
7	2,20	0,179	5	Критическое состояние Critical condition
8	2,23	0,394	5	Критическое состояние Critical condition

Материалы табл. 3 свидетельствуют, что состояние среды на заложённых ПП оценивается как критическое или наблюдаются существенные (значительные) отклонения от нормы. Полученные данные дают возможность сопоставить значения ФА листовых пластинок берёзы повислой и лесопатологического состояния дерева с балльной шкалой оценок качества среды обитания по стабильности развития.

Анализ табл. 3 и рис. 2 свидетельствует, что значения интегральной асимметрии листьев берёзы существенно различаются. Это объясняется влиянием, как было отмечено ранее, трех

основных факторов: промышленных аэровыбросов асфальтобетонного завода, выхлопных газов автотранспорта и рекреационных нагрузок. При этом на насаждения ПП 1 и ПП 2 оказывают влияние аэропромвыбросы асфальтобетонного завода и рекреационные нагрузки. На насаждения ПП 4, 2, 6 и 7 в значительной степени влияют все три вышеуказанных фактора с доминированием рекреационных нагрузок. При этом на ПП 8 и ПП 4 особенно существенное влияние оказывают рекреационные нагрузки, поскольку данные ПП находятся в непосредственной близости от остановок автотран-

спорта, где концентрируются рекреанты. Именно для этих ПП характерны самые высокие значения интегральных показателей асимметрии листовых пластинок берёзы (0,394 и 0,350 соответственно).

Лучшим состоянием характеризуются деревья берёзы повислой, произрастающие на ПП 3, где интегральный показатель ассимиляционного аппарата составляет 0,22. Данная пробная площадь находится внутри лесного массива, не примыкает к автомобильным дорогам и удалена от асфальтобетонного завода более чем на 2 км. Особо следует отметить, что наличие густого

подлеска и живого напочвенного покрова минимизирует рекреационные нагрузки на насаждение ПП 3, а следовательно, деревья березы испытывают негативное воздействие лишь аэропромвыбросов асфальтобетонного завода. Другими словами, материалы исследований свидетельствуют, что рекреационные нагрузки оказывают в лесопарке им. Лесоводов России более существенное негативное воздействие, чем аэропромвыбросы асфальтобетонного завода и выхлопные газы автотранспорта. Это позволяет сделать очень важный вывод о том, что в целях повышения устойчивости насаждений необходимо деградирующие участки переводить в участки консервации. То есть проектировать исключение рекреационного воздействия путем огораживания, окружения изгородями из колючих кустарников, внесении органических или минеральных удобрений, особенно азота. В последнем случае достигается резкое разрастание живого напочвенного покрова из травянистых видов, а также подлеска, что будет служить сдерживающим фактором для перемещения рекреантов и уплотнения почвы. Кроме того, в лесопарке должна быть организована продуманная тропиновая сеть, способствующая минимизации перемещения рекреантов под пологом леса вне указанной дорожно-тропиновой сети.

Кроме того, учитывая негативное воздействие выбросов асфальтобетонного завода, особенно на расстоянии до 2 км

от него, следует поставить вопрос об изменении технологии работ с целью сокращения указанных выбросов. Дополнительно следует ограничить перемещение автотранспорта по территории лесопарка установкой шлагбаумов, а вдоль дорог создать опушки с использованием кустарников. Последнее минимизирует поступление выхлопных газов автотранспорта под полог древостоя.

По данным наших исследований можно отметить, что практическая оценка качества среды в данной местности связана с повышенной антропогенной нагрузкой. Фоновый уровень нарушений для насаждения из точки условного контроля не всегда находится в диапазоне значений, соответствующих первому баллу. Экологическая ситуация соответствует явному неблагоприятному воздействию и такие изменения состояния насаждения приводят к снижению его эстетической значимости и к большому ухудшению санитарного состояния.

#### Заключение и выводы

Рекреационная деятельность снижает эстетические показатели леса. Это приводит к ослаблению и отмиранию отдельных деревьев, а также ухудшению санитарного состояния насаждений в целом. В настоящее время стоит острая проблема повышения устойчивости насаждений, подвергающихся влиянию промышленных комплексов, урбанизации.

Проведенные нами исследования показали, что метод флуктуирующей асимметрии листовой

пластинки березы повислой является эффективным для изучения состояния древесной растительности в условиях длительного рекреационного воздействия. Расчет интегральных показателей флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth.) позволил получить оценку качества среды на заложённых ПП. В большинстве из них интегральный показатель флуктуирующей асимметрии свидетельствует о существенных (значительных) отклонениях от нормы и качество среды согласно выбранной классификации оценивается как критическое. Распределение интегральных показателей стабильности развития можно объяснить тем, что на показатель асимметрии листовой пластинки основное влияние оказывает промышленная деятельность человека.

Стоит обратить внимание на теоретические, а также практические основы и принципы использования лесов в лесопарковой зоне, чтобы улучшить санитарное состояние насаждения. Для того чтобы разработать наиболее точные рекомендации для проведения лесоводственных мероприятий, необходимо проводить многолетний мониторинг для более полной картины и оценки качества состояния среды в условиях рекреационной деятельности человека.

Для повышения устойчивости и долговечности насаждений в лесопарковой зоне необходимо проводить следующие лесоводственные мероприятия: изолировать от рекреационной нагрузки



ослабленные участки леса, защищать насаждение от вредителей и болезней, охранять леса от пожаров и лесонарушений, проводить реконструктивные работы в малоценных насаждениях. При массовом посещении отдельных лесных массивов усиливать контроль за поведением посети-

телей в лесу и организовывать специальную патрульную службу. Также путём искусственного формирования необходимо регулировать породный состав насаждений, устойчивых в данных лесорастительных условиях.

Результаты исследования могут являться основанием для

привлечения внимания общественности, администрации города и руководителей предприятия асфальтобетонного завода компании ООО «АБЗ „Исток“» к вопросам восстановления благополучия состояния окружающей среды в лесопарке им. Лесоводов России.

### Библиографический список

1. Хайретдинов А. Ф., Залесов С. В. Введение в лесоводство : учеб. пособие. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 201 с.
2. Залесов С. В., Хайретдинов А. Ф. Ландшафтные рубки в лесопарках. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 175 с.
3. Залесов С. В., Крестунов Е. В., Лаишевцев Р. Н. Основные факторы пораженности сосны корневыми и стволовыми гнилями в городских лесопарках // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 56–58.
4. Залесов С. В., Колтунов Е. В. Корневые и стволовые гнили сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в Нижне-Исетском лесопарке г. Екатеринбурга // Аграрн. вестник Урала. – 2009. – № 1 (55). – С. 73–75.
5. Колтунов Е. В., Залесов С. В., Демчук А. Ю. Корневые и стволовые гнили и состояние древостоев Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга в условиях различной рекреационной нагрузки // Аграрн. вестник Урала. – 2001. – № 8 (87). – С. 40–43.
6. Бунькова Н. П., Залесов С. В. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках г. Екатеринбурга. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 124 с.
7. Основы фитомониторинга : учеб. пособие / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. А. Зотеева, А. Г. Магасумова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. – 89 с.
8. Босняцкий Г. П. Методы биоиндикации для контроля состояния окружающей среды // Экология в газовой промышленности. – М. : ВНИИГаз, 2004. – 125 с.
9. Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Фролова Е. А. Анализ состояния подроста березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на отвалах месторождений хризотил-асбеста по показателю флуктуирующей асимметрии // Вестник Бурят. гос. с.-х. акад. им. В. Р. Филиппова. – 2017. – № 1 (46). – С. 71–77.
10. Использование показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния / С. В. Залесов, Б. О. Азбаев, Л. А. Белов, Е. С. Залесова, А. С. Оплетаев // Современ. проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: [www.skience-education.ru/119-14518/](http://www.skience-education.ru/119-14518/) (дата обращения 14.02.2019).
11. Залесов С. В., Бачурина А. В. Оценка качества окружающей среды на территории Карабашского городского округа по состоянию березы повислой // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2019. – № 2. – С. – 38–41.
12. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). утв. распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р. – М., 2003. – 25 с.
13. Солдатова В. Ю., Шадрина Е. Г. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula platyphylla* Sukacz. в условиях антропогенного воздействия (на примере г. Якутска) // Экологический мониторинг. – 2007. – № 5. – С. 70–74.

14. Савинцева Л. С., Егошина Т. Л., Ширяев В. В. Оценка качества урбаносреды г. Кирова на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth.) // Вестник Удмурт. ун-та. – 2012. – № 6–2. – С. 31–37.
15. Залесова Е. С. Лесоводственная эффективность опытных рубок ухода 1952–1983 гг. в сосняках подзоны южной тайги Урала : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Залесова Евгения Сергеевна. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. – 16 с.
16. Залесов С. В., Бачурина А. В. Использование метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой для оценки качества среды в городах Челябинской области // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики : матер. XII Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. – С. 166–169.
17. Константинов Е. Л. Особенности ФА листовой пластинки березы повислой (*Betula Pendula* Roth.) как вида биоиндикатора : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Константинов Е. Л. – Калуга, 2001. – 19 с.
18. Залесов С. В., Бачурина А. В., Шевелина А. О. Оценка стабильности состояния березы на различном удалении от ОАО «Уфалейникель» // Леса России и хоз-во в них. – 2018. – Вып. 1 (64). – С. 21–27.

### Bibliography

1. Khayretdinov A. F., Zalesov S. V. Introduction to forestry : textbook. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering University, 2011. – 201 p.
2. Zalesov S. V., Khayretdinov A. F. Landscape logging in forest parks. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering University, 2011. – 175 p.
3. Zalesov S. V., Krekturnov E. V., Laishevtsev R. N. The Main factors affecting pine root and stem rot in urban forest parks // Protection and quarantine of plants. – 2008. – No. 2. – P. 56–58.
4. Zalesov S. V., Koltunov E. V. Root and stem rot of common pine (*Pinus sylvestris* L.) and hanging birch (*Betula pendula* Roth.) in the lower Iset forest Park of the city of Yekaterinbug // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2009. – № 1 (55). – P. 73–75.
5. Koltunov E. V., Zalesov S. V., Demchuk A. Yu. Root and stem rot and the state of stands of the Shartash forest Park in Yekaterinburg under different recreational load // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2001. – № 8 (87). – P. 40–43.
6. Bunkova N. P., Zalesov S. V. Recreational stability and capacity of pine plantations in the forest parks of Yekaterinburg. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2016. – 124 p.
7. Fundamentals of phytomonitoring : textbook / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov, E. A. Zoteeva, A. G. Magasumova. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2011. – 89 p.
8. Bosnizckiy G. P. Bioindication methods for monitoring the state of the environment / Ecology in the gas industry. – Moscow : VNIIGAZ, 2004. – 125 p.
9. Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Frolova E. A. Analysis of the state of undergrowth of hanging birch (*Betula pendula* Roth.) on the dumps of chrysotile-asbestos deposits according to the index of fluctuating asymmetry // Bulletin of the Buryat state Academy of Sciences named after V. R. Filippov. – 2017. – № 1 (46). – P. 71–77.
10. Using the index of fluctuating asymmetry of the hanging birch to assess its state / S. V. Zalesov, B. O. Azbaev, L. A. Belov, E. S. Zalesova, A. S. Opletaev // Modern problems of science and education. – 2014. – № 5. – URL: [www.skience-education.ru/119-14518/](http://www.skience-education.ru/119-14518/) (accessed 14.02.2019).
11. Zalesov V. S., Bachurina A. V. Assessment of environmental quality on the territory of Karabash urban district as birch // Use and protection of natural resources in Russia. – 2019. – No. 2. – P. 38–41.

12. Methodological recommendations for assessing the quality of the environment by the state of living creatures (assessment of the stability of the development of living organisms by the level of asymmetry of morphological structures): approved By the order of Rosecology of 16.10.2003 № 460-p. – Moscow, 2003. – 25 p.
13. Soldatova V. Y., Shadrina E. G. Indicators of fluctuating asymmetry of *Betula platyphylla* Sukacz in the conditions of anthropogenic impact (on the example of Yakutsk) // Environmental monitoring. – 2007. – No. 5. – P. 70–74.
14. Savintseva L. S., Egoshina T. L., Shiryaev V. V. Assessment of the quality of the urban environment of Kirov based on the analysis of fluctuating asymmetry of the leaf blade of the hanging birch (*Betula pendula* Roth.) // Bulletin of Udmurt university. – 2012. – No. 6–2. – P. 31–37.
15. Zalesova E. S. Forestry efficiency of experimental logging in 1952–1983 in the pine forests of the southern taiga of the Urals ... abstract of the dis. cand. of agricultural sciences. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering university, 2013. – 16 p.
16. Zalesov S. V., Bachurina A. V. Use of the method of fluctuating asymmetry of the leaf blade of birch to assess the quality of environment in cities of the Chelyabinsk region // Forest science in implementation of the concept of the Ural engineering school: the socio-economic and ecological problems of the forest sector of the economy : materials of XII International scientific conference. – Yekaterinburg: Ural state forest engineering university, 2019. – P. 166–169.
17. Konstantinov E. L. Features of the FA leaf blade of the hanging birch (*Betula Pendula* Rotch.) as a type of bioindicator : autoref. Diss. on competition Uch. step. Kan. Biol. Sciences / Konstantinov E. L. – Kaluga, 2001. – 19 p.
18. Zalesov S. V., Bachurina A. V., Shevelina A. O. Assessment of the stability of the birch state at a different distance from JSC «Ufaleinikel» // Forests of Russia and their households. – 2018. – Issue 1 (64). – P. 21–27.

УДК 630 (712)

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ FORSYTHIA OVATA NAKAI (ФОРЗИЦИЯ ЯЙЦЕВИДНАЯ) И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ОЗЕЛЕНЕНИИ

К. А. ВОРОНЦОВА – магистрант кафедры  
 ландшафтного строительства\*  
 e- mail: xeniya.vorontsova25@yandex.ru

С. А. ШАВНИН – доктор биологических наук, профессор  
 ФГБУН Ботанический сад УрО РАН

Т. Б. СРОДНЫХ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор\*

\* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
 620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.

**Ключевые слова:** озеленение, декоративный кустарник, форзиция, красивоцветущий кустарник, раннецветущие растения, рост побегов, ландшафтная архитектура.

В настоящее время в практике современного зеленого строительства среди раннецветущих кустарников, культивируемых на Среднем Урале, не получила широкого распространения форзиция яйцевидная (*Forsythia ovata Nakai*), представитель семейства маслинных (*Oleaceae*). Однако данный вид